

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-321170

(43)Date of publication of application : 08.12.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/66
G01R 1/073
G01R 31/26
G01R 31/28

(21)Application number : 06-307449

(71)Applicant : WENTWORTH LAB INC

(22)Date of filing : 12.12.1994

(72)Inventor : MCQUADE FRANCIS T
LANDER JACK

(30)Priority

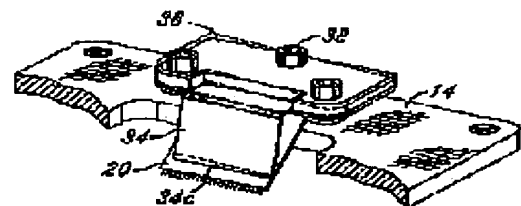
Priority number : 94 247874 Priority date : 23.05.1994 Priority country : US

(54) PROBE ASSEMBLY FOR TESTING OF IC CIRCUIT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an IC-testing probe assembly having a contact type probe for testing an IC in a state of a wafer.

CONSTITUTION: IC-testing probes are arranged along an edge of a window of a frame body 14. The window is slightly larger than an outline of an IC chip having electrode pads arranged in a line via a nearly constant interval at a peripheral part. Each probe has many contact leads adhered to a dielectric film and constitutes a probe wing body 20 in a flexible layered structure. Leading ends of the leads are aligned linearly via the same interval as the IC electrode pads. The leading end of each lead has a probe projection formed to obtain an electrically safe low resistance contact upon receipt of an appropriate friction action when the IC is raised from under the window. Each probe is adjusted by three screws 38 so that every probe projection comes in touch with the IC electrode pad with a nearly uniform pressure. A necessary count of probes for testing of the IC is attached to the frame body 14, and the probes are exchanged with those of a suitable shape in conformity with a kind of the IC.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-321170

(43) 公開日 平成7年(1995)12月8日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/66	B	7630-4M		
G 0 1 R 1/073	E			
31/26	J			
31/28				
			G 0 1 R 31/ 28	K
			審査請求 未請求 請求項の数15	〇 L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-307449

(22) 出願日 平成6年(1994)12月12日

(31) 優先権主張番号 08/247, 874

(32) 優先日 1994年5月23日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 594202420

ウエントワース ラボラトリーズ, インコーポレイテッド

アメリカ合衆国、コネチカット州 06804、ブルックフィールド、フェデラル ロード 500

(72) 発明者 フランシス ティー、マックエイド

アメリカ合衆国、コネチカット州 06795、ウォータータウン、カルソ ドライブ 99

(72) 発明者 ジャック ランダー

アメリカ合衆国、コネチカット州 06811、ダンベリー、セネカ ロード 37

(74) 代理人 弁理士 尾股 行雄

(54) 【発明の名称】 IC回路試験用プローブ集成体

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 ウエハーのままで IC を試験する為の接触型プローブを備えた IC 試験用プローブ集成体を提供する。

【構成】 周辺部にほぼ一定間隔で直線状に電極パッドが配列された IC チップの外形より少し大きな窓を持つ枠体 14 の窓の縁に沿って IC 試験用プローブを配置する。各プローブは誘電体フィルムに付着された多数の接触用リードを有し、フレキシブルな積層構造を有するプローブ翼体 20 を構成し、各リードの先端は IC 電極パッドと同じ間隔で直線状に配列し、IC が窓の下方から持ち上げられたとき、全リードの先端が適度な擦り作用を受けて電氣的に安全な低抵抗の接触が得られるように形成されたプローブ突起体を有する。またすべてのプローブ突起体が IC 電極パッドにほぼ均等な圧力で接するように各プローブは 3 本のねじ 38 で調節する。このプローブは IC の試験に必要な数だけ枠体 14 に取り付け、IC の種類に応じて適当な形状のものに交換する。

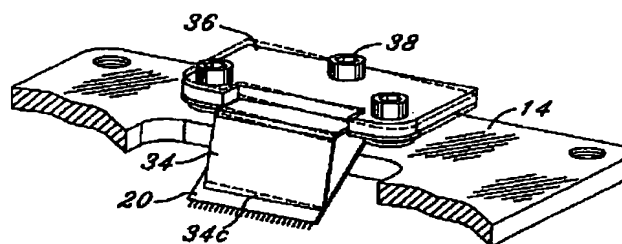


Fig. 9

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 直線状に接近して設けたほぼ同一平面上の接続パッドを有する集積回路テスト用プローブ集成体であって、

絶縁体より成るプローブカードと、

上記プローブカードは導電材より成るプローブカードのリードパターンを隔設して集積回路テスト装置に接続するように配列されており、

フレキシブルな積層部材を有する少なくとも1個のプローブ翼体と、

上記フレキシブルな積層部材は、導電性の接地面シートと、これに接着させたほぼ均一な厚さの誘電体フィルムと、上記誘電体フィルムの接地面とは反対側に設けた電氣的に分離された複数のプローブ翼体のリードパターンとを有し、

上記プローブ翼体は支持部を備え、この支持部において上記プローブ翼体が前記プローブカードのリードパターンの間隔に対応させて隔設されており、

上記プローブ翼体は板バネ部を有し、上記プローブ翼体のリードパターンは上記誘電体フィルムから突出して複数のプローブ突起体にて終端しており、上記プローブ突起体は直線状に設けられていると共に、上記同一平面上の接続パッドの間隔に対応して隔設されており、更に、上記プローブ翼体の上記支持部を前記プローブカードに取付けて、上記板バネ部が突出するようにしてなる取付け手段と、

上記板バネ部を抑制する調整手段とを有して成ることを特徴とする集積回路テスト用のプローブ集成体。

【請求項2】 上記誘電体フィルムは、改質アクリル材であり、上記プローブ翼体のリードパターンはバネ性を有する銅合金より形成されてなる請求項1の集積回路テスト用プローブ集成体。

【請求項3】 上記プローブカードは中心孔を有し、更に、この上記プローブカードの上記中心孔近傍に着脱自在に接続された枠体を有し、上記枠体は4個の上記プローブ翼体を支持してそれぞれの板バネ部が上記中心孔に突出させてなり、それぞれのプローブ突起体の先端部が互いに同一平面状となるようにしてなる請求項1の集積回路テスト用プローブ集成体。

【請求項4】 上記調整手段は、上記板バネ部に個々に調整可能な抑制力を付与するようにしたバネ把持体を備えたバネ把持体調整機構を有して成る請求項1の集積回路テスト用プローブ集成体。

【請求項5】 上記バネ把持体調整機構は、どのような位置にも回動可能に調整することで、上記バネ把持体を移動するようにした台部を備えてなる請求項4の集積回路テスト用プローブ集成体。

【請求項6】 上記プローブ翼体の内の2個は、重なって二重構造のプローブ翼体を形成し、この二重構造のプローブ翼体は両者の間に別の誘電体フィルムを介装させ

2

て一体化し、単一のフレキシブル積層体を構成させて成る請求項1の集積回路テスト用プローブ集成体。

【請求項7】 直線状に接近して設けたほぼ同一平面状の接続パッドを有する集積回路テスト用のプローブ集成体であって、

絶縁体より成り、上記集積回路よりも大きな中心孔を形成したるプローブカードと、

上記プローブカードは導電材より成るプローブカードのリードパターンを隔設して集積回路テスト装置に一時的に接続するように配列されており、

上記プローブカードの上記中心孔の近傍に着脱自在に接続された枠体と、

フレキシブルな積層部材を有する少なくとも1個のプローブ翼体と、

上記フレキシブルな積層部材は、導電性の接地面シートと、これに接着させたほぼ均一な厚さの誘電体フィルムと、上記誘電体フィルムの接地面とは反対側に設けた電氣的に分離された複数のプローブ翼体のリードパターンとを有し、上記プローブ翼体は支持部を備え、上記プローブ翼体のリードパターンが対応するプローブカードのリードパターンの間隔に対応させて隔設されていると共に、複数のプローブ突起体にて終端しており、

上記プローブ翼体は、上記プローブ翼体のリードパターンの終端部を有し、

上記プローブ突起体は、直線状に設けられていると共に、上記集積回路の接続パッドの間隔に対応して隔設されており、

上記枠体に設けられた調整可能な支持部と、上記プローブ翼体の上記板バネ部と係合する片持ち梁状部を備えて上記板バネ部を抑制するようにした少なくとも1個のバネ把持体と、

上記バネ把持体で成された抑制力を個々に調整可能な少なくとも1個のバネ把持体調整手段とを有して成る集積回路テスト用プローブ集成体。

【請求項8】 上記接地面と上記誘電体フィルムは上記板バネ部の主要部を覆っており、これにより上記プローブ突起体をその先端部近傍に支持してなる、請求項7の集積回路テスト用プローブ集成体。

【請求項9】 上記誘電体層は改質型アクリル層であり、上記プローブ翼体のリードパターンはバネ性を備えた銅合金である請求項7の集積回路テスト用プローブ集成体。

【請求項10】 上記バネ把持体調整手段は、どのような位置にも回動可能に調整することで、上記バネ把持体を移動するようにした台部を上記枠体に取り付けて成り、上記台部は上記バネ把持体の上記支持部を移動できるようにしてなる請求項7の集積回路テスト用プローブ集成体。

【請求項11】 上記台部は3本のネジで上記枠体に取り付けられており、上記枠体に対してバネ付勢されてなる請

求項 7 の集積回路テスト用プローブ集成体。

【請求項 1 2】 直線状に接近して設けたほぼ同一平面上に接続パッドを有する集積回路テスト用のプローブ集成体であって、

絶縁体より成り、上記集積回路よりも大きな中心孔を形成したプローブカードと、

上記プローブカードは導電材より成るプローブカードのリードパターンを隔設して集積回路テスト装置に一時的に接続するように配列されており、

上記プローブカードに着脱自在に接続された枠体と、フレキシブルな積層部材を有する複数のプローブ翼体と、

上記フレキシブルな積層部材は、導電性の接地面シートと、これに接着させたほぼ均一な厚さの誘電体フィルムと、上記誘電体フィルムの接地面とは反対側に設けた電氣的に分離された複数のプローブ翼体のリードパターンとを有し、

上記それぞれのプローブ翼体は支持部を備え、上記プローブ翼体のリードパターンが対応するプローブカードのリードパターンの間隔に対応させて隔設されていると共に、複数のプローブ突起体にて終端しており、

上記プローブ翼体は、上記プローブ翼体のリードパターンの終端部を有し、

上記プローブ突起体は、直線状に設けられていると共に、上記集積回路の直線状の接続パッドの間隔に対応して隔設されており、

上記枠体に設けられた調整可能な支持部と、上記プローブ翼体の上記板バネ部と係合する片持ち梁状部を備えて上記板バネ部を抑制をするようにした複数のバネ把持体と、

上記バネ把持体で成された抑制力を個々に調整する複数のバネ把持体調整手段とを有して成る集積回路テスト用プローブ集成体。

【請求項 1 3】 上記のプローブ翼体、バネ把持体、およびバネ把持体調整手段はいずれも 4 個形成されている請求項 1 2 の集積回路テスト用プローブ集成体。

【請求項 1 4】 それぞれの上記バネ把持体調整手段は、上記枠体に取り付けられ、且ついかなる位置にも回動可能に調整される台部を備え、上記台部は上記バネ把持体の上記支持部を移動するようにしてなる請求項 1 2 の集積回路テスト用プローブ集成体。

【請求項 1 5】 上記台部は、3 本のネジで上記枠体に取り付けられ、上記枠体に対してバネ付勢されてなる請求項 1 2 の集積回路テスト用プローブ集成体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、共通の平面で IC 周辺の所定パターンに接続パッドが展開されて形成された集積回路 (IC) の試験プローブ組立体に関し、さらに具体的には、上記の組立体であって、バネ接触型のマッ

チングパターンに配列された複数のプローブ突起体に接続できるテスト端子を備えたプローブカードを備えて成り、これにより、試験される集積回路が起立されて接続パッドを上記バネ突起体に接続させたときに、上記突起体が上方且つ内側に屈曲され、このときに接続パッドを擦り付けて電氣的な接続を確実にし、かくて、シリコン (珪素) のウエーハーに形成されている状態で集積回路を試験できるようにしたものである。

【0002】

【従来の技術と発明が解決しようとする課題】 以前には経済的に実現困難であり実用的でないと考えられていた多くの複雑な電子回路が、いまや集積回路 (IC) として実現可能となってきた。単結晶のモノリシック回路にはダイオード、トランジスタ、抵抗、コンデンサなどがシリコンウエーハー上に形成された一枚の小さな電子基板上に形成されることになる。この回路は写真製版でウエーハー上に形成され、それぞれのウエーハーには同じ集積回路が配列される。次いで、上記ウエーハーは立方体状にスライスされ、それぞれのダイ若しくはチップ上には 1 個の集積回路が搭載されるようになる。

【0003】 標準的な IC チップにおいては、入出力端子、電源および他の回路端子群は金属製の接続パッドで形成され、通常はチップの端部に沿って形成されている。チップの幾何学的な構成としては矩形あるいは長方形のいずれかであり、その上に形成される接続パッドの端部の位置は回路構成と利用可能な余白スペースに依存するものであり、通常パッドはチップの各エッジに沿って均一に隔設され、直線状に配置されている。

【0004】 各 IC チップの多くの回路が正常に機能し、チップ搭載の電子機器において、そのチップの動作の信頼性が得られることを確認するために、チップが搭載される前に試験をしなければならない。IC チップのパッケージ化は比較的成本高であるとともに時間が掛かることもあり、又、大量の IC チップがテストに不合格となり、そして、それらは廃棄されなければならなかったもので、パッケージ化の前にテストすることが好ましい。

【0005】 リード線タイプのトランジスタ、あるいは集積回路のような半導体素子のテストに採用された以前の試験プローブについては米国特許第 3,867,798 号に開示されており、集中テストプローブのリード線が環状の熱硬化性樹脂材枠体の下面に埋設されている。リード線の内側端部は片持ち梁状に中心孔に突出しており、平坦で滑らかな薄板片にて終端しており、この薄板片は既に集積回路素子から突出するリード線に対して押圧された状態となっている。このような試験プローブがリード線タイプ或いはパッケージタイプの IC には好適であるものの、賽状あるいは立方体にスライスされる前にシリコンのウエーハー上の回路を試験するのには適切でない。

【0006】 ピンやリード線を有しない非パッケージ型

の IC チップは、針タイプの試験プローブにより IC チップ試験装置に接続できるものであり、その一例としては米国特許第 4,382,228 号に開示されている。この特許は、試験される IC チップにアクセス可能な開口部を有しており、この開口部は隔設された導電性の台部より成るリングで囲繞されており、この台部上には板状の針ホルダーが係止されている。それぞれのホルダーからは屈曲可能な針が突出していて、試験される IC チップ上の対応する接続パッドと係合するようになっている。

【0007】米国特許第 4,719,417 号に開示されたプローブカードは二重屈曲型の針を有し、試験される IC チップが上方に移動されて、その結果接続パッドが針の先端に係合するようになり、「オーバードライブ」として知られているようにチップをさらに上昇させると、接続パッドの表面に沿ってチップを横方向に移動するように上昇する。これにより、擦り効果が生じてパッドに形成された酸化物のフィルムを破ることになり、効果的な電氣的接続が保証されることになる。

【0008】針タイプのプローブカード自体は長年 IC 産業に貢献してきたが、しかし次の二つの主要な限界に悩まされてきた。その一つとして、現在の IC の接続パッドのピッチが標準的には 0.013 ~ 0.010 mm (0.005 ~ 0.004 インチ) であり、将来の実現可能性としては 0.0076 mm (0.003 インチ) に近付いている。この微細な間隔のため手作業による針の組立調整が困難になり、その結果電氣的な短絡が発生し、これを修理することも困難となる。第二に、今日 IC の動作周波数の高速化で「グランド面」は必須となり、このグランド面は針と IC パッドとの間の接点に可能な限り接近して展開されているものであり、これは針タイプのプローブカードには存在しない特徴となっている。このグランド面はプローブ配列を備え、その特性インピーダンスは集積回路テスト装置のインピーダンスと整合する。将来の動作周波数はさらに高くなるであろうし、従って針タイプのプローブカードは益々不満足なものとなるであろう。

【0009】高密度の接続パッドを備えた IC チップに好適なテストプローブカードを提供するために、米国特許第 4,649,339 号では銅をラミネートしたシートにエッチングにより導電性のリード線やリードパターンなどを形成してプローブ接点にて終端させたフレキシブルな誘電体のフィルムを利用している。これらのプローブ接点はパターン化され高密度の VLSI 若しくは他の集積回路の接続パッドと結合される。フレキシブルフィルム膜体のプローブ接点と IC チップの接続パッドとの間の係合を形成するために、上記フィルムは空気室で覆われた膜体として配置されている。この空気室に圧縮空気を送り込むと、フィルムが外側に湾曲し IC チップの面と整合する。この構成に関する実際の困難性は、張り出しフィルムでは擦れ効果が生じないことである。さらに、ユーザーとしては、一般にプローブ以外のいかなる機器も

試験中にウェーハと物理的に接触することには抵抗がある。

【0010】プローブ針によって提供される擦り作用をする針タイプのプローブカードの代替としては、いわゆる「バンプ(bump)テクノロジー」と称されるもので、接触圧のみを利用して酸化物フィルムを介して良好な電氣的接続を成すものである。米国特許第 4,758,785 号は電動化の昇降システムを採用し、フレキシブルなフィルムのプローブ接点に対抗して集積回路を持ち上げるものであり、上記フレキシブルフィルムの上方にはシリコンゴムの弾性圧力パッドが設けられている。この構成の欠点は、上記のゴム圧力パッドでは確実な平板化或いはプローブ接点の擦り作用を得る事には疑問があり、平板化と擦り効果が達成できなければ適切な試験は得られない。

【0011】ここで留意しなければならないことがある。即ち、接続パッドが同一平面上に在る IC ウェーハを昇降装置で持ち上げて、プローブ接点がフレキシブルフィルムに形成されたプローブテストカードの方に接近させたときに、ウェーハがフィルムの面に対して僅かな角度を有するようになることである。その結果、プローブ接点と接続パッドとの接触圧が均一でなくなり、これによって集積回路の効果的な試験に影響を与えることになる。

【0012】多くの接続パッドを同一平面上に形成した IC を正確に試験できる高密度の試験プローブ装置を提供する目的で、アメリカ特許第 4,975,638 号では誘電体の膜体を備えた構成が開示されている。この膜体は四辺形の接続ゾーンを有し、その四隅からは放射状のスロットが延出しており、懸垂枠体を形成している。プローブ接点は上記接続ゾーンの面に整合させて形成されている。上記の懸垂枠体は、その端部が装着枠体の対応する枝部に支持されている一方で、一体形成の接続ゾーンが枠体の下方に垂れ下がり、上記枠体はプリント回路基板の中心部を囲んでおり、この中心部は接続ゾーンを、試験される IC に露出させている。

【0013】上記米国特許第 4,975,638 号の構成の場合、接続ゾーンの表面に形成されたプローブ接点または圧接部(bump)が、懸垂翼体に沿って延びた導電性のリードパターンに接続されている。この構成体は繰り返し使用されるために、プローブの圧接部が摩耗してしまう。更に、プローブの圧接部は適切な突起が欠如している。表面に圧接部が形成された誘電体フィルムには不完全で小さな凹凸があるため、これらの凸部よりも盛り上がった圧接部とするために突起が必要である。

【0014】しかしながら、より大きな突起が形成されても、接続ゾーンの面に形成された圧接部はテストを行っている間に破片を集める傾向にあることを知った。更に、個々の圧接部の整合が正確でない。近傍の圧接部の高さが一見小さく、或いは殆ど差が無くとも対向する圧接部と機械的に確実に接触させるには、容認できかねる

強い力が必要であり、その理由は、圧接部を保持している膜体の弾性が不十分であるためである。

【0015】更に次のことを見出した。即ち、一方向に限定した場合、擦り効果が確実でないということであり、これは接続ゾーンの面に形成された圧接部を有する装置の場合である。この擦りは多くの手段を用いて達成できるもので、例えば、片持ち梁状に装着されたアームが下方に傾斜して、オーバードライブによってプローブ集成体が垂直方向に移動したときに、全体の圧接パターンが横の一方向に僅かに移動することにより達成できる。その結果生じる横方向の純移動は、試験中の装置のパッドと圧接部との間の摩擦によるものである。即ち試験装置のチャック機構にベアリングの遊びが存在するためである。かかるベアリングの遊びは、事実上ゼロから、スクラブ、即ち擦りに好適な長さか、若しくはこれを越えた範囲で存在するが、後者の場合には擦りは形成されない。

【0016】前記米国特許第 4,382,228号や同第 4,719,417号に開示のように、フレキシブルな針を有する従来のテストプローブで擦りを達成し、同時に写真石版印刷技術の利点を達成して針を形成することにより、フィルム膜体を備えたプローブ集成体を発展させたものであり、上記フィルム膜体には膜体に沿って延びたリードパターンの延長上にバネ性の突起体が形成されている。グラウンド面として機能する銅の層を有する多層ラミネートを形成することによって片持梁状のバネ性突起体を得ることができるが、この場合銅層は接着層によりポリイミドの誘電体にラミネートされ、引き続きバネの合金銅の薄板に積層される。最後の層はエッチングによりバネ性突起体やリードパターンが一体に形成され、引き続きバネが折曲されてラミネートの膜体に支持された鋭い接触子が形成される。このプローブ集成体とその技術については本願出願人による米国特許出願第 08/001759号（1993年05月出願）に開示されている。

【0017】さて、上記の米国出願には、同一平面上に形成された所定のパターン上に構成された接続パッドを備えて成る集積回路（IC）を試験するようにした改良されたプローブ集成体を示している。この集成体は、平板状の誘電体接触ゾーンと、このゾーンから放射状に広がる懸垂枠体とを備えたフィルム膜体を前記米国特許第 4,975,638号と同様に有している。翼体の端部は、プリント回路基板のポート部を囲繞する装着リングによって保持されており、上記プリント回路基板は、その下方から試験される IC まで吊り下がった接触ゾーンに露出しており、上記リングは回路基板に保持されている。接触ゾーンの露出面の上に整合するように形成され、しかもその位置から片持ち梁状として角度が形成されているのはバネ性突起体であって、このバネ性突起体は膜体の翼体に沿ってプリント回路基板のリード線にまで延びたリードパターンの延長上にある。これらのリード線はプリ

ント回路基板のそれぞれの試験端子に延びており、試験端子は電子機器に接続可能となっていて IC の試験が実行できるようになっている。IC が持ち上げられてその接続パッドを前記バネ突起体と係合させると、この動作により、上記バネ突起体が内側そして上方に湾曲することになり、このようにすることにより、接続パッドを擦る作用をし、これによって確実な電氣的接続が達成できる。

【0018】上記の装置は良好な擦り作用を呈するけれども、上記試験膜体は製造コストが高く、且つ微妙な操作を必要とし平面状に達成することには大変な困難を伴う。取付けとエッチングの後に銅合金のバネ性突起体を折曲する必要性から、突起体の先端部が揃えられるように均一に折曲することは困難である。全ての突起体の先端が 0.0025cm (0.001インチ) 以内の平面に存在することが望ましい。突起体先端の平面性が膜体の接触ゾーンの 4 個全ての端部について達成されない場合は、集積回路パッドに対して均一な接触を達成することは困難である。

【0019】さらに、上記突起体接触子（フィンガー）は折り曲げることによって形成されるため、疲労寿命が実験プローブ膜体の寿命を決定する重要な要因となる。疲労寿命は、エッチングパターンの延長部を折曲する必要のない写真石版印刷とエッチング技術によって形成された突起集成体で飛躍的に改善された。

【0020】更に、突起体の厚さ、幅、ピッチの割合が写真石版印刷の製造工程で制限されており、換言すれば、これらの制約事項は適切な弾力性をもたらす突起の長さを規定することとなり、結果としてバネ寿命と電氣的性能をバランスさせることになり経済的な多数の試験サイクルを提供できなくなる。

【0021】接続パッドの全てが集積回路上で同一平面状となっているが、接続パッドは通常は直線状に配列され、集積回路の 4 辺に設けてある。単純化されたテストプローブ集成体に、パッドのそれぞれ別個の配列に対してプローブ突起体（フィンガー）の先端部を個々に調整する改良された手段を設けた構成とすることが望ましく、この場合、IC 周辺部上にて間隔を置いて直線状とした接続パッド群として配列されている。

【0022】従ってこの発明の目的は、集積回路がシリコンウエハーに存在する間、且つ次の工程やダイやチップに分離する前に、集積回路を試験するための改良されたプローブ集成体を提供することである。

【0023】この発明の別の目的は、それぞれの試験プローブ突起体（フィンガー）を結合して、僅かに間隔をおいて配された直線状の同一平面の IC 接続パッドとし、好適な擦り作用が期待できる改良された試験プローブ集成体を提供することである。この発明の更に別の目的は、写真石版印刷とエッチング技術により形成されるプローブ突起の配列体を用いて良好な疲労寿命を有する

改良された試験プローブ集成体を提供することである。

【0024】この発明のさらに他の目的は、フレキシブルな積層部材上に保持された直線状のプローブ突起体を調整するための改良された調整装置を提供することである。

【0025】この発明の更に別の目的は、独立した板バネを採用してそれぞれが複数のプローブ突起体を保持するようにすることによって、プローブ突起体の正しい配列を達成できる構成を提供することである。

【0026】更に、この発明の別の目的は、集積回路テスト装置のインピーダンスと整合するインピーダンス特性を有する改良されたグランド面を有するプローブ配列を提供することである。

【0027】

【課題を解決するための手段】この発明は、間隔を置いてほぼ同一平面に配された直線状の接続パッドを備えた集積回路を試験するプローブ集成体であって、集積回路テスト装置と一時的にテスト接続されるプローブカードのリードパターン(trace)を隔設した絶縁体より成るプローブカードと、フレキシブルな積層部材を備えた少なくとも1個のプローブ翼体(probe wing)とを有し、上記フレキシブルな積層部材は、導電性の接地板と、この接地板に付着されたほぼ均一な厚さの誘電体フィルムと、上記誘電体フィルムの他側に設けた電氣的に分離した複数のプローブ翼体のリードパターンとを有しており、上記プローブ翼体は保持部を有し、上記プローブ翼体のリードパターンは隔設されて対応するプローブカードのリードパターンに接続されて成るものである。上記プローブ翼体は板バネ部を有し、上記プローブ翼体のリードパターンは誘電体フィルムを越えて突出しており、複数のプローブ突起体にて終端しており、更に上記プローブ突起体は、直線状に設けられ且つICの直線状接続パッド群の間隔に対応させて隔設された先端部を有し、更にプローブ翼体の支持部を上記プローブカードに取り付ける手段と、上記板バネ部を抑制する調整手段を備えている。

【0028】この発明の好ましい形態としては、プローブカードは集積回路よりも大きな中心孔を有し、プローブカードの直線状リードパターンの端部は上記中心孔の周囲で終端し、その反対側の外側端部はテスト端子に接続されて集積回路試験装置と一時的にテスト接続される。上記中心孔近傍のプローブカードには着脱自在に環状枠体に取り付いており、4個のプローブ翼体を有し、それぞれがフレキシブルな積層部材を備え、この積層部材は導電性の接地面(グランド)と、誘電体フィルムの厚み分この接地面から絶縁された導電性のプローブ翼体のリードパターンとを有している。それぞれのプローブ翼体は上記中心孔に突出した板バネ部を有し、直線状のプローブ突起体が矩形状に配列されて集積回路周辺部の4個の直線状接続パッドと同時に位置合わせができるよ

うになっている。4個のバネクランプ(バネ把持体)のそれぞれが枠体に形成した調整自在の支持部を有し、更に、直線状の端部で終端している片持ち梁状の部分をして有している上記4個のバネクランプは関連するプローブ翼体の板バネ部に接続していて、板バネ部の1個に対して調整自在に抑制している。それぞれのプローブ翼体のバネクランプによって成される圧力抑制を個々に調整するためのバネクランプ調整手段を個別に設けてある。好ましい実施例において、個々のバネクランプ調整手段はバネ付勢された複数のプラットフォーム(即ち、台部)を設け、それぞれの台部が3個のネジとバネ座金とで枠体に取り付いていて、バネクランプの接続端部が移動され且つ所定の方向に位置決めされてそれぞれのプローブ翼体の突起体の先端位置を調整できるようになっている。

【0029】

【作用】この発明は、上記のように構成されているので、前記の発明の諸目的が達成されるものである。

【0030】

【実施例】以下、本発明の好ましい実施例について図面を参照して説明する。

【0031】テストプローブ集成体の分解斜視図である図1と、その平面図である図2および断面図である図3において、テストプローブ集成体の基本的な構成が示されている。

【0032】符号10で示したプローブカードは比較的大きなサイズの絶縁プリント回路基板であり、四角形の中心孔12を備えている。

【0033】同じような形状であるが小さな中心孔16を有する枠体14が、上記プローブカード10の中心孔12に重畳するように配置され、四隅を4個のネジ18でネジ止めして取り付けられている。プローブカード10の上面には導電性のプローブカードのリードパターン(図示せず)が設けてあり、このリードパターンは中心孔12の周辺端部近傍に僅かな間隔で配列された内部終端部を備えている。プローブカードのリードパターンは上記中心孔から突出し、プローブカード10の外方部の周囲のテスト端子(図示せず)に接続した外側の端部へと達する構成であるが、これはこの分野では例えば前記米国特許第4,975,638号に開示の通り一般に周知のものである。プローブカード10と枠体14との間には4個のプローブ翼体20が設けてあり、この4個のプローブ翼体20は図示の実施例ではほぼ同一の構造を有するものとなっているが、試験される集積回路の接続パッドの構成に基づいて必ずしも同一構造とする必要はない。プローブ翼体20の詳細な構造については後述するが、簡単に説明すれば、これらはフレキシブルな積層部材であり、底部において導電性のプローブ翼体のリードパターンを呈するように構成され、上記プローブ翼体のリードパターンは、プローブ翼体の外側端部にて、プローブカード10の対応するリードパターンに対して適合するよ

うに構成されている。プローブ翼体のリードパターンの内側端部は積層部の端部を越えて突出し、複数のテストプローブ突起体22にて終端している。プローブ突起体22は極端に接近させた状態で隔設されており、これは試験されるICの直線状接続パッドのピッチまたは間隔に対応させたものである。

【0034】それぞれのプローブ翼体20は、上部翼体把持体24と弾性パッド80（図4参照）でプローブカード10に2本のネジ26を使って把持され、対応するプローブ翼体のリードパターンとプローブカードのリードパターンとが個々に、機械的および電氣的にプローブ翼体20とプローブカード10にて互いに接続されている。

【0035】さらに上記プローブ翼体20は、2個のネジ30を用い下方の絶縁された翼体把持体28によって枠体14の下方部に保持されている。切欠スロット28aを形成し、翼体の調整時や熱膨張や熱収縮の時に翼体が多少移動できるようになっている。従って、それぞれのプローブ翼体20は、枠体14とプローブカード10との間において、プローブ翼体の支持部20aによって確実に保持されている（図3参照）。プローブ翼体の内側は下方に折曲され、自由に突出した板バネ部20bを有し、この板バネ部が中心孔12の中およびその下に突出してプローブ突起体22にて終端し、これによって板バネ部20bが枠体14から屈曲自在に保持されるようになっている。

【0036】この発明の好ましい実施例において、プローブ翼体20のプローブ針22の先端が、その高さや角度位置がプローブカード10に対して調整されるが、この調整は図の符号32にて示した個々に調整可能なバネ把持体によってなされる。プローブ翼体20の調整体32はバネ保持体34、プラットフォームと称する台部36、3本のネジ38と、枠体に形成したネジ穴40、および3本のネジ38のためのバネ付勢型の座金42とを有している。バネ付勢型の座金42は後部対向型のベレヴィルワッシャを示してあるが、これ以外のバネ性座金も採用できる。

【0037】バネ把持体34は平坦で三角形の支持部34aと、下方に突出した直線状の端部34cで終端している片持ち梁部34bとを備えている。この直線状の端部34cはプローブ翼体のフレキシブルな板バネ部20bの上部（接地面）に沿って接続している（図3参照）。バネ把持体の支持部34aと枠体14との間には3組のバネ付勢型座金42が介装されている。従って、ネジ38を締め付け或いは緩めて上記台部36の位置を変えることができ、かくて、バネ把持体34によってプローブ翼体20に加わる抑制力を変えることができる。3本のネジを使用しているので、台部の位置を安定状態に、またユニバーサルな位置にすることができる。ネジ38を適切に調整することにより、それぞれのプローブ

翼体20は、各プローブ翼体のプローブ針群の先端部がテストされる集積回路の四隅の接続パッドと同一平面となるように配列することができる。

【0038】図4、図5および図6は、それぞれ1個のプローブ翼体の調整可能な把持体を示した拡大断面図、およびプローブ翼体の平面図と側面図である。これらの図においてプローブ翼体は、接地面（グランド）の機能を有し、下部の導電性金属層から誘電体接着フィルム45によって分離された上部の導電層44を有し、この下部の導電性金属層は後述するように更に分割されて、誘電体フィルム45を越えて突出し、且つプローブ突起体46a（フィンガー）として終端するリードパターン46のようなプローブ翼体のリードパターンを形成している。上記スプール46の近傍には、リードパターン48、50のような複数のプローブ翼体があり、それぞれがフィルム45の端部を越えて突出し、それぞれプローブ突起体48a、50aとして終端している。プローブ突起体46a、48a、50aはほぼ直線状に形成されている。プローブ翼体のリードパターン46、48、50は扇型に広がり、符号46b、48b、50bにて図示のごとく、プローブ翼体20の他端にて終端している。明瞭に図示する関係から、リードパターン46、48、50は拡大して図示されており、その数も実際よりも少なめに図示されている。

【0039】図4において、テストプローブカード10の上面には、終端部46b、48b、50bの間隔に対応させて隔設したリードパターン52が形成されている。それぞれのリードパターンは上部翼体把持体24と弾性パッド80によって電氣的に結合した状態に保持されている。この弾性パッド80は、プローブテストカード10に埋設されたPEMナット54に螺合させたネジ26で保持される。下方翼体把持体28は枠体14の下部の切欠口28a（図1参照）にプローブ翼体の下方部を支持しており、この下方翼体把持体28は絶縁体で形成されてリードパターン間の短絡を防止している。枠体14は、導電性スペーサ58によってプローブカード10から離れており、この導電性スペーサ58は枠体14下面とプローブカード10との間に介装されてネジ18止めされている（図1参照）。

【0040】図5と図6は典型的なプローブ翼体20を形成する好ましい方法を示している。プローブ翼体20は、前記の通り支持部20aと片持ち梁状の板バネ部20bとを備えた積層部材であり、この積層部材はプローブ突起体の先端が同一平面になるように調整するために、屈曲性を有している。図6の積層体の厚さと、図5のリードパターン46、48、50の間隔と幅とが説明のために拡大及び誇張されて図示してある。実際には、大型の集積回路には4百個以上の接続パッドがあり、四辺のそれぞれには100個以上が存在するものであり、1個のプローブ翼体20に100個以上のプローブ突起

体が要求されている。成型パッドは一般的には 0.01cm (0.004インチ) 平方で、パッド間のピッチを 0.013 (0.005 インチ) としている。プローブ突起体はエッチングで形成され、極めて微細であって人間の頭髮とほぼ同じサイズであり、一般的なプローブ突起体の寸法は幅が 0.05mm、厚さが 0.03mm、長さが 0.76mm 程度である。プローブ翼体は次の方法で形成するのが望ましい。

【0041】接着性の誘電体フィルムで接着された 2 個の導電性金属板を使用して積層部材を起立させる。1 個の金属板は比較的薄い (0.003cm)、厚さが均一なバネ性を有する銅合金シートとすることができる。これに接着剤を塗布してほぼ均一な厚さの誘電体フィルム層 45 とし、接地板 (グランド) に対して適切な電氣的インピーダンス特性を達成させている。好ましい接着材としては、改質 (変性) 型のアクリル系樹脂で、E. I. デュポン社の製品が望ましい。他の導電層 44 が第 1 の金属層の接着層に接着され、第 2 の層を 0.015cm (0.006 インチ) 厚のバネ性銅合金製とし、これが接地面として機能させる。第 1 の、即ち薄い方の金属層がプローブ翼体およびプローブ突起体として作用し、この金属層はフォトレジスト材を塗布され、従来の写真石版印刷技術により極めて微細なフォトネガティブとして感光させてエッチング用のリードパターンを画成し、引き続いてエッチング工程に入り、エッチングによりリードパターン 46, 48, 50 間の不必要な金属部分を取り除く。更に、エッチングによって誘電体フィルムを越えて延びたプローブ突起体 22 群を分離した状態にしている。上記突起体を丸みを帯びた先端部としたのは実施したエッチング法の特徴である。次いで、図 6 に示す通りプローブ翼体が形成された支持部 20a と、一体形成の板バネ部 20b とを形成する。図示の通り、接地板と接着フィルムは支持部 20a を共通に覆い、更に板バネ部 20b の主要部を覆い、プローブ突起体をその先端部近傍に支持している。プローブ突起体 22 の長さや剛性は、前記写真石版印刷技術とエッチングの工程において、誘電体フィルムと接地板とをプローブ突起体に対して接近させたり遠ざけたりして容易に変えることができる。

【0042】次に動作モードについて図 7、図 8 および図 9 を参照して説明する。図 7 は 2 個のプローブ翼体 20 を示す部分側面図であり、プローブ突起体 22 が他の集積回路を搭載したシリコンウエーハー 64 上に従来の製造方法で予め形成された集積回路 62 の接続パッド 60 に接続している。図 8 はウエーハー 64 上に形成した集積回路 62 の隅部の一部平面図であり、全てが同様の構成の接続パッドを有する近接した集積回路 66, 68, 70 の角部も図示されている。プローブテストの後、集積回路 62, 66, 68, 70 は従来法にてスライスされて分離される。

【0043】集積回路 62 の 4 辺に沿って、接続パッド 20 は、等間隔であってほぼ同一平面の直線状パッドと

なるように形成されている。テストの前に、プローブ突起体 22 の先端は、図 9 に示したバネ把持体調整機構を使用することにより、他の 3 個のプローブ翼体のそれぞれに設けたプローブ針 (ニードル) の先端と共に、共通の平面となるようにされる。3 本のネジ 38 のいずれか 1 本を締め付け或いは緩めて、バネ把持体 34 の支持部と共に、圧力板 36 が他の 2 本のネジ 38 を介して軸の回りを回転される結果となる。この手段により、バネ把持体 34 の端部 34c は上昇、下降、回転或いはそのほかの移動をして、プローブ翼体 20 の板バネ部 20a に対する抑制力の程度を変化させることで、屈曲性をもたしている。

【0044】図 7 において、シリコンウエーハー 64 はコンピュータ制御のチャック 72 により真空把持されており、このチャック 72 の制御はプログラム化されて、プローブ翼体 20 の下方の開口に正しく集積回路群を連続して位置させ、パッド群 60 と接触するまで上記ウエーハーを上昇させ、その後、IC を更に上昇させてプローブ突起体とプローブ翼体の板バネの積層されたフレキシブルな端部とがバネ把持体に対向して協働して屈曲するようになっており、更に、パッド 60 に対して擦り作用を引き起こして良好な電氣的接続を達成する。上記接触の後の更なる上昇移動、即ち過剰移動 (オーバードライブ) は、0.005 乃至 0.008cm (0.002 乃至 0.003 インチ) とすることができる。プローブ突起体がある角度を呈しているため、0.008cm のオーバードライブにより、0.0043cm (0.0017 インチ) のオーダーの擦りとなる横方向の移動をもたすことができる。その後、テストプローブ端子群が集積回路の電子機器に接続されて IC のテストが実施される。

【0045】板バネのプローブ翼体によりプローブ突起体の疲労寿命を飛躍的に改善できる。エッチングによりプローブ突起体の間に僅かながら寸法上の誤差が生じるが、積層部材から突出し且つこれによって支持される複数のプローブ突起体を使用することにより、接続パッドの良好な擦り作用と低電気抵抗に必要な優れた接触力が達成される。集積回路の一侧に加わる接触圧力の変化、若しくは、集積回路の全ての接続パッドが同一平面性に欠けることは、前記したようにバネ把持体の調整によって補償できるものである。

【0046】図 7 のようにウエーハーの 4 辺全てにおいて横方向の擦り力が内側に対向して生じるので、保持チャックの横方向の力はバランスされ、チャック自体の横方向の遊びが擦り作用によって生じることはない。このことは、従来の膜体型のテストプローブでは成し得なかった効果である。

【0047】図 10、図 11 および図 12 はこの発明の変形例を示すものである。集積回路の接続パッドの高密度化については従来よりその傾向が増加してきている。集積回路の一侧に単一の直線状接続パッド群を更に小さ

な間隔（ピッチ）で形成することは物理的に実現不可能であり、現在のピッチは 0.005cm (0.002 インチ) 平方のパッドでは 0.013cm (0.005 インチ) であり、パッド間のクリアランスは僅かに 0.0025 cm (0.001 インチ) が残されているだけである。集積回路の面積を増加させないでこの制限を克服する一つの方法は、集積回路の 4 辺の一つ以上に接続パッドを 2 列に（2 個の直線状に）形成して内側の直線列と外側の直線列とを形成することである。この場合、かかる集積回路をテストするプローブ集成体の別の実施例を図 10～図 12 に簡潔に示してある正面図と平面図を示す。図 10 と図 11 とにおいて、二重構造のプローブ翼体 74 が、内側把持体 75 と外側把持体 77 とによって絶縁プローブカード 76 に支持されている。この二重構造のプローブ翼体 74 はフレキシブルな板バネ部 74a と支持部 74 とから構成されている。このプローブ翼体 74 は第 1 群のプローブ突起体 78 と、第 2 群のプローブ突起体 80 を有しており、これらは、前記したようにチャック 84 で上昇されたときにシリコンウエーハー 82 の上面を感知するように配置されている。図では調整可能な抑制バネ把持体 86 の下端部が示されているが、その構造については前記した通りである。

【0048】図 12 において、シリコンウエーハーは 1 個若しくはそれ以上の集積回路 86 を有しており、この集積回路 86 は外側群の接続パッド 88 と内側群の接続パッド 90 とを備えている。内側のリード線 88a、90a が集積回路 86 内で同じ層に在る場合には、上記パッド 88、90 は図示の通り互い違いにずらして配置できる。第 1 群のプローブ突起体 78 は、上記同様に台 2 群のプローブ突起体 80 に対して互い違いに位置をずらして配列され、対応する接続パッドに接触できるようにになっている。

【0049】図 11 において、二重構造のプローブ翼体 74 はフレキシブルな積層体であり、接地板となる導電性の金属層 92 と、接着性の誘電体フィルム 94、電気的に分離した上部プローブ翼体のリードパターン 96 の層と、絶縁層 98 と、導電性の接地面層 100 と、誘電体フィルム層 102 と、さらに、下部プローブ翼体のリードパターン 104 を備えた導電性金属層とを有するものである。接地面の層 92、100 とプローブ翼体のリードパターン層 96、104 はバネ性を有する銅合金で形成してもよいし、上記絶縁層 94、98、102 は前記の改質（変性）アクリル系樹脂としてもよい。図 10 に示すように、上部プローブ翼体（92、94、96）は下部プローブ翼体（100、102、104）を越えて突出しており、それぞれが対応する把持体 77、75 によってプローブに把持され、適切なプローブカードのリードパターンに接触している。

【0050】上記以外の種々の変更が可能である。例えば、プローブ翼体群 20 は同一である必要はなく、集積

回路の接続パッドのレイアウトの変化に合致するように間隔や突起の長さを異なるように形成することもできる。

【0051】接地板は一般には好ましいものであるが、接地板なしで、プローブ翼体のリードパターンを形成したフレキシブルの誘電体フィルムを採用することも本発明の意図するところであり、本発明の範囲を逸脱するものではない。

【0052】図示例では枠体 14 は四辺形の単体として説明したが、枠体 14 は 4 個の別体として形成してプローブカード 10 に取り付けられた構成とすることもできる。ただし、単体構成だとより大きな剛性を呈することができる。また、プローブ翼体がプローブカードの下面に別個に取り付いたものであるならば、枠体は省略することができる。その場合には、プローブカードに中心孔を形成する必要はない。

【0053】以上、本発明の特に好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲の欄に記載の範囲内で種々の変更が可能である。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、間隔を置いてほぼ同一平面に配された直線状の接続パッドを備えた集積回路を試験するプローブ集成体であって、集積回路テスト装置と一時的にテスト用接続されるプローブカードのリードパターン（trace）を隔設した絶縁体よりなるプローブカードと、フレキシブルな積層部材を備えた少なくとも 1 個のプローブ翼体（probe wing）とを有し、上記フレキシブルな積層部材は、導電性の接地板と、この接地板に付着されたほぼ均一な厚さの誘電体フィルムと、上記誘電体フィルムの他側に設けた電気的に分離した複数のプローブ翼体のリードパターン（trace）とを有しており、上記プローブ翼体は保持部を有し、上記プローブ翼体のリードパターンは隔設されて対応するプローブカードのリードパターン（trace）に接続されてなるものである。上記プローブ翼体は板バネ部を有し、上記プローブ翼体のリードパターンは誘電体フィルムを越えて突出しており、複数のプローブ突起体にて終端しており、更に上記プローブ突起体は、直線状に設けられ且つ IC の直線状接続パッド群の間隔に対応させて隔設された先端部を有し、更にプローブ翼体の支持部を上記プローブカードに取り付ける手段と、上記板バネ部を抑制する調整手段を備えているので、それぞれの試験プローブ突起体（フィンガー）を結合して、僅かに間隔をおいて配された直線状の同一平面の IC 接続パッドとし、好適な擦り作用が期待できる試験プローブ集成体とすることができる。また、写真石版印刷とエッチング技術により形成されるプローブ突起体の配列を形成できるので、疲労寿命を改善できる。また、独立した板バネを採用してそれぞれが複数のプローブ突起体を保持す

17

るようにすることによって、プローブ突起体の正しい配列を達成できる。更に、グランド面を有して集積回路テスト装置のインピーダンスと整合するインピーダンス特性を有する改良されたプローブ配列を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明によるテストプローブ集成体の主要部を示す分解斜視図である。

【図 2】 図 1 のテストプローブの平面図である。

【図 3】 図 2 の III-III 線に沿って破断した断面図である。

【図 4】 図 3 の右側の拡大断面図である。

【図 5】 テストプローブ集成体を使用される 4 個のプローブ翼体のうちの 1 個の底面図である。

【図 6】 テストプローブ集成体を使用される 4 個のプローブ翼体のうちの 1 個の側面図である。

【図 7】 シリコンウエーハ上のテスト用集積回路の動作を説明する断面図である。

【図 8】 テスト中におけるシリコンウエーハ上の集

18

積回路とプローブ翼体を示す部分的平面図である。

【図 9】 バネ付勢されたバネは自体調整装置の動作を示す斜視図である。

【図 10】 本発明の別の実施例を示す部分的側面図である。

【図 11】 図 10 の拡大断面図である。

【図 12】 図 10 の部分を簡略させた上面図である。

【符号の説明】

10 プローブカード

14 枠体

20 プローブ翼体

22 プローブ突起体

24, 28 翼体把持体 (クランプ)

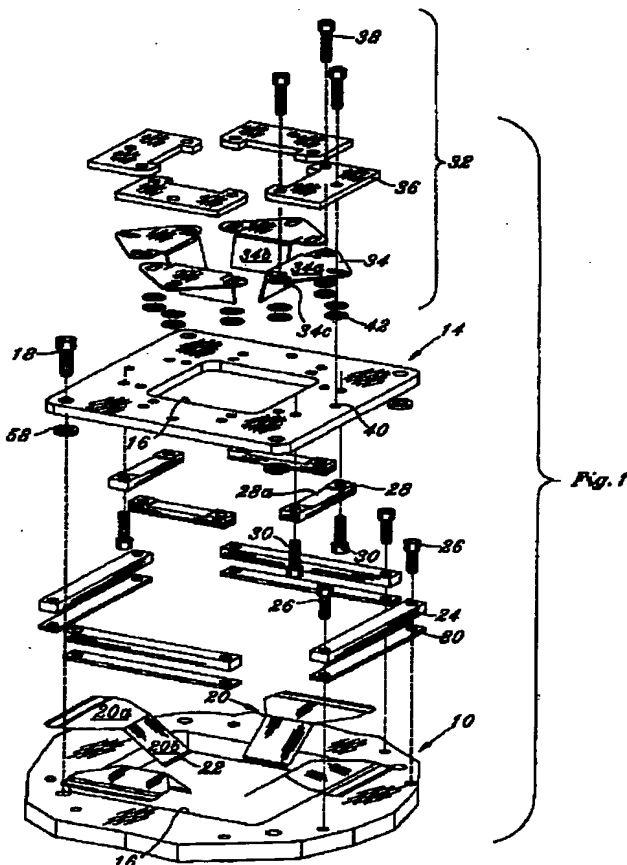
32 調整機構

34 バネ把持体

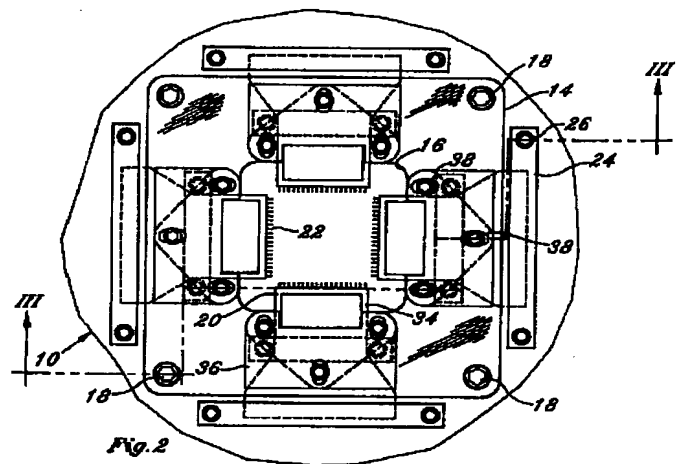
45 誘電体フィルム

46, 48, 50 プローブ翼体のリードパターン (プローブの翼部に設けたスプール)

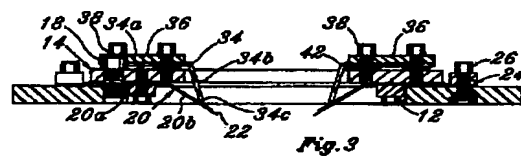
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図4】

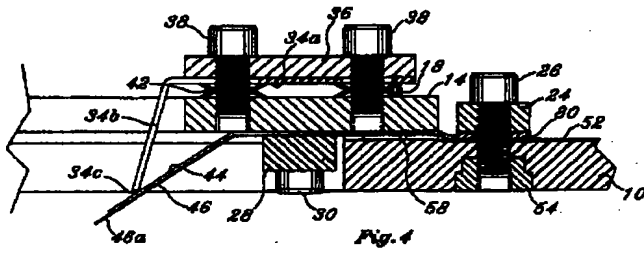


Fig. 4

【図5】

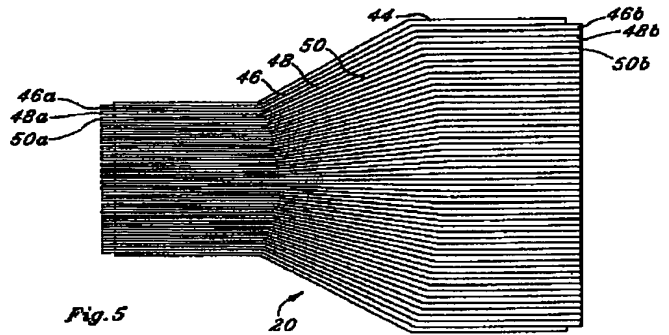


Fig. 5

【図6】

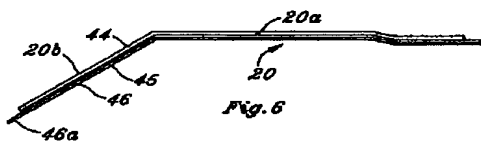


Fig. 6

【図7】

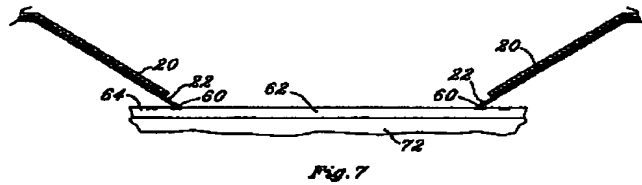


Fig. 7

【図8】

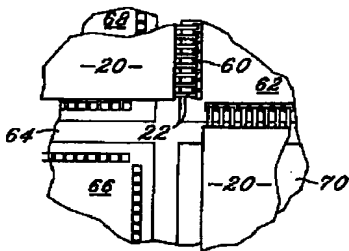


Fig. 8

【図9】

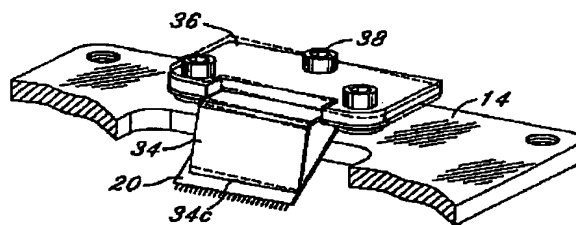


Fig. 9

【図10】

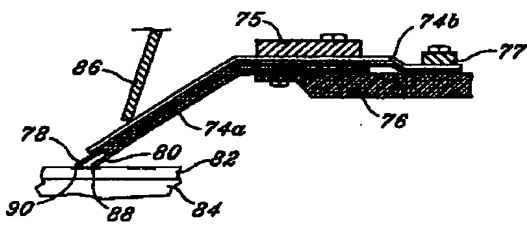


Fig. 10

【図11】

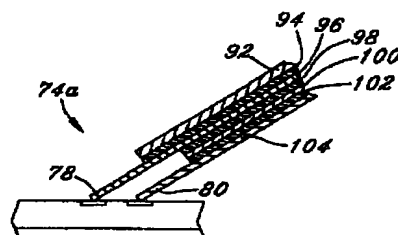
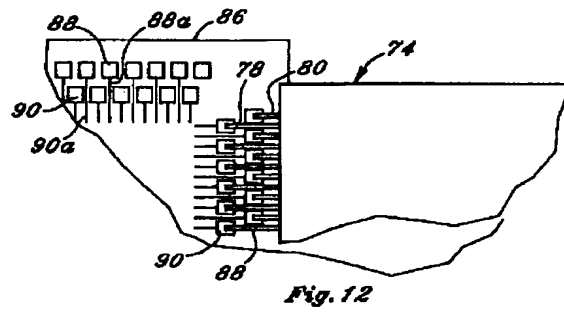


Fig. 11

【図 1 2】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)